Transport Canada
Development

Transports Canada
Développement

TP 6068

Radar Digitization, Conversion and Analysis of an Ice Hazard Detection/Collision Avoidance System

Summary Report

Prepared for
Transportation
Development Centre
Transport Canada

by
Viatec Resource Systems Inc.

DECEMBER 1984

CA1
DTC 847
84
R12S
(EXF)
c.2

Canada

86-05791/

TP 6068

RADAR DIGITIZATION, CONVERSION AND ANALYSIS OF AN ICE HAZARD DETECTION/COLLISION AVOIDANCE SYSTEM

SUMMARY REPORT

Library and Information Centre / Centre de Documentation (GSLA)
RECEIVED - REÇU LE
JUN 20 1986
Transport Canada / Transports Canada

Prepared by

Michael J. Harvey
Joseph P. Ryan
Dean C. White

Viatec Resource Systems Inc.

December 1984

The contents of this report reflect the views of the contractor and not necessarily the official views or policies of the Transportation Development Centre of Transport Canada.

Également disponible en français, sous le titre: "Analyse, conversion et numérisation radar d'un système de détection et d'évitement des glaces flottantes", TP 6068F.

PROJECT TEAM

The project team for Viatec Resource Systems Inc. was composed of:

Mr. M.J. Harvey
Mr. J. Ryan
Mr. A. Godziszewski
Dr. G. Austin
Mr. E. Ballantyne
Mr. M. Riley

REPORT DOCUMENTATION FORM

1. Transport Canada Report No.	2. TDC Project No.	3. Recipient's Catalogue No.
TP 6068	6104	

4. Title and Subtitle	5. Report Date
Radar Digitization, Conversion and Analysis of an Ice Hazard Detection/Collision Avoidance System	December 1984
	6. Performing Organization Report No.

7. Author(s)	8. Transport Canada File No.
M.J. Harvey, J.P. Ryan	D 1460-146-6

9. Performing Organization Name and Address	10. DSS File No.
Viatec Resource Systems Inc. #114, 6815 - 8th Street N.E. Calgary, Alberta T2E 7H7	11SD-T8200-3-3557
	11. DSS or Transport Canada Contract No.
	OSD83-00161

12. Sponsoring Agency Name and Address	13. Type of Report and Period Covered
Transportation Development Centre (TDC) 200 Dorchester Blvd. West Suite 601, West Tower Montreal, Quebec H2Z 1X4	Summary
	14. Sponsoring Agency Code

15. Supplementary Notes	16. TDC Project Officer
Summary of "Radar Digitization, Conversion and Analysis of an Ice Hazard Detection/Collision Avoidance System", TP 6067E, December 1984.	Maurice Audette

17. Abstract

Analysis of a radar data set collected in Arctic waters in 1981 has revealed that a number of digital radar processing techniques can be utilized to improve the detectability of icebergs. These include scan to scan averaging, dynamic threshold processing and statistical decision-making, a basic form of artificial intelligence applied in an iceberg detection situation. Scan to scan averaging should utilize at least 4 and up to 32 scans. The use of theoretical decision discriminant functions has been established to measure skill in target detection. The data analysis suggests that the same sort of conclusions based on theoretical analysis operates in practice. Therefore, analysis of the type presented can dramatically improve image intelligibility and target detection capability. Real time A/D conversion, scan conversion and processing for complete 360° sector at 20 MHz sampling rates with 8 bit resolution need to be conducted if Ice Hazard Detection/Collision Avoidance Systems (IHD/CAS) are to become successful. The IHD/CAS specification has been updated to incorporate these requirements.

18. Key Words	19. Distribution Statement
Iceberg, detection, radar, evaluation, specification, analysis, ice, hazard, image processing, signal processing.	Limited number of copies available from TDC.

20. Security Classification (of this report)	21. Security Classification (of this page)	22. No. of Pages	23. Price
Unclassified	Unclassified	17	-

TDC/CDT 79-005

FORMULE DE DOCUMENTATION POUR RAPPORT

1. N° du rapport Transports Canada	2. N° de l'étude — CDT	3. N° de catalogue du destinataire
TP 6068	6104	

4. Titre et sous-titre	5. Date du rapport
Radar Digitization, Conversion and Analysis of an Ice Hazard Detection/Collision Avoidance System	Décembre 1984
	6. N° du rapport de l'organisme exécutant
7. Auteur(s)	8. N° de dossier Transports Canada
M.J. Harvey, J.P. Ryan	D 1460-146-6
9. Nom et adresse de l'organisme exécutant	10. N° de dossier — ASC
Viatec Resource Systems Inc. #114, 6815 - 8th Street N.E. Calgary, Alberta T2E 7H7	11SD-T8200-3-3557
	11. N° de contrat — ASC ou Transports Canada
	0SD83-00161
12. Nom et adresse de l'organisme parrain	13. Genre de rapport et période visée
Centre de développement des transports (CDT) Complexe Guy-Favreau, 200 o., boul. Dorchester Suite 601, tour ouest Montréal, Québec H2Z 1X4	Sommaire
	14. Code de l'organisme parrain
15. Remarques additionnelles	16. Agent de projet — CDT
Sommaire de "Radar Digitization, Conversion and Analysis of an Ice Hazard Detection/Collision Avoidance System", TP 6067E, décembre 1984.	Maurice Audette

17. Résumé

L'analyse d'un ensemble de données radar recueillies dans les eaux arctiques en 1981 a révélé qu'un certain nombre de techniques de traitement de données numériques peuvent servir à améliorer la détectabilité des icebergs. Ces techniques comprennent la moyenne d'un balayage à l'autre, le traitement de valeurs seuils dynamiques et la prise de décisions à partir de données statistiques; cette dernière technique est une forme élémentaire d'intelligence artificielle appliquée à la détection d'icebergs. La moyenne d'un balayage à l'autre devrait comprendre au moins 4, mais préférablement jusqu'à 32 balayages. Les fonctions de résolution pour prise de décisions théoriques ont été établies pour mesurer la capacité de détection des cibles. L'analyse des données laisse croire que le même genre de conclusions basées sur l'analyse théorique existe dans la pratique. Par conséquent, il est clair que l'analyse de l'intelligence artificielle du type présenté ici peut améliorer considérablement l'intelligibilité de l'image et la capacité de détection. Il faut effectuer la conversion A/N en temps réel, la conversion de balayage et le traitement requis pour couvrir un secteur de 360° à une fréquence d'échantillonnage de 20 MHz et une résolution de 8 bits pour que les systèmes de détection et d'évitement des glaces flottantes deviennent efficaces. Les spécifications relatives à ces systèmes ont été mises à jour en vue d'inclure les nouvelles exigences.

18. Mots-clés	19. Diffusion
Iceberg, détection, radar, évaluation, spécification, analyse, glace, danger, traitement d'image, traitement de signaux.	Le CDT dispose d'un nombre limité d'exemplaires.

20. Classification de sécurité (de ce rapport)	21. Classification de sécurité (de cette page)	22. Nombre de pages	23. Prix
non classifié	non classifiée	17	-

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors gratefully acknowledge the advice and assistance provided by the personnel of the following organizations:

Petro-Canada, D. Pearson

McMaster University, S. Haykin

TABLE OF CONTENTS

1.	Introduction	1
2.	Image Processing	2
	2.1 Scan to Scan Averaging	2
	2.2 Dynamic Threshold Processing	3
	2.3 Statistical Processing	4
3.	System Specification	5
4.	Iceberg Detection Research and Offshore Development Plans	6
5.	Conclusions	7

1. INTRODUCTION

In an effort to improve the detectability of ice and icebergs, the Transportation Development Centre has looked at a number of approaches to solve this difficult problem. These have ranged from improvements in sensor capability to improvements in displays and data transmission, as well as the use of multi-sensor displays. This report is primarily concerned with the testing of new methods of display processing as it relates to iceberg detection and the upgrading of a specification for a number of integrated sensors which have been called an "Ice Hazard Detection/Collision Avoidance System" (IHD/CAS). Some of the methods discussed include image processing, which involves software techniques for real time processing. In addition, the activities of other research groups are reviewed and the demand for IHD/CAS development is assessed.

2. IMAGE PROCESSING

Using existing marine radar data, several noise processing techniques were used in conjunction with a PDP 11/23+ computer and an analog to digital converter to enhance the display signals. A number of techniques were evaluated. These included:

a) Scan to scan averaging
b) Dynamic threshold processing
c) Combined averaging and statistical decision-making

All of these techniques were performed digitally, which offers significantly more flexibility than conventional, analog techniques such as FTC and CFAR. Computing time, however, limited the amount of data that could be processed.

2.1 Scan to Scan Averaging

Sea clutter is dependent on the propagation factors, the backscatter coefficient and radar resolution. Therefore, the signal to noise ratio will not be affected by other radar parameters. The requirement for reliable detection, regardless of whether analog or digital radar returns are being processed, is that, within the number of radar hits on the target, both the target and sea clutter have to sufficiently approach their respective average so that the required ratio of signal level versus clutter plus noise is obtained. For a series of n samples of target plus clutter and noise in which the target return is correlated but the clutter and noise is uncorrelated, averaging the n samples will increase the target to clutter ratio by at least $\sqrt{n}$.

Different methods of conducting scan to scan averaging have been proposed to capitalize on the decorrelation of clutter and noise with time. In this report, scan to scan averaging has been implemented as follows:

$$S_{n+1} = \frac{(S_1) + (S_2) + .. (S_n) + (X_{n+1})}{n + 1}$$

where S_{n+1} = new sample stored in video memory

$S_1 .. S_n$ = old samples from memory

$n + 1$ = new number of scans

X_{n+1} = new input sample from sensor

According to Skolnik[1], the target signal is correlated (time invariant) where the clutter signal is uncorrelated (time variant) and, using this, the signal to clutter ratio can be increased by integrating the samples with respect to time. The results of the scan to scan averaging can best be shown with an example such as pictured below using Remotec data (event AD-10). The result of averaging five scans is vivid: five icebergs can clearly be seen in the bottom half of the figure after averaging. The top half of the figure shows raw data, and no targets are visible on this particular scan.

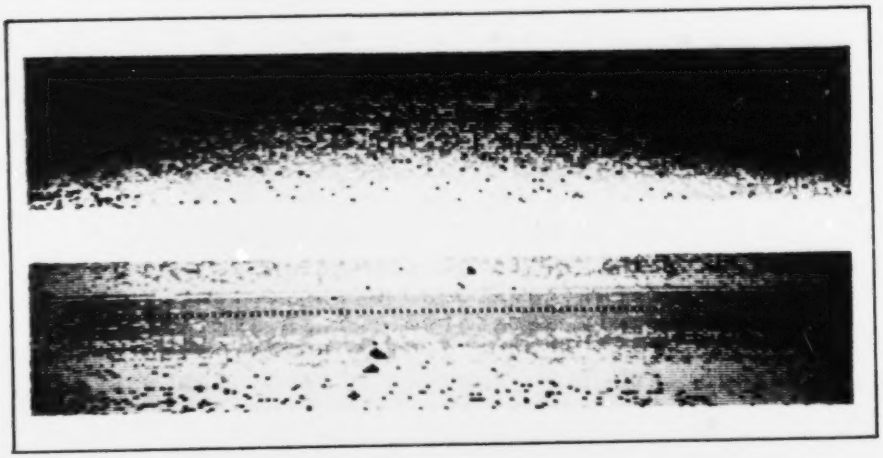


Figure 1

The data shown was processed by software techniques at Viatec and illustrates the different formats and operations that can be performed. Some of the programs used for processing were VERIFY, M SCAN, J SCAN, B SCAN and SCANAV.

2.2 Dynamic Threshold Processing

Using a threshold cutoff level was shown to improve detection of larger targets. In order to eliminate small targets in noise from possible failure of detection, dynamic threshold processing of video display signals should be undertaken as a last step in the processing sequence. This is due to the fact that target signals below the RMS noise level will be thresholded out. Threshold processing also permits the filtering of iceberg targets below a certain cross section.

[1] M.I. Skolnik, Introduction to Radar Systems, McGraw Hill Inc., New York, 1980.

This would be a useful function for ice-capable ships transitting iceberg-infested waters and wishing to disregard smaller targets while looking for safe passages. The threshold processing program, called SNR, increases the signal to noise ratio.

2.3 Statistical Processing

When radar returns are obtained from ocean waves, there are generally many reflections from different parts of the wave system which add randomly. If the distributions of amplitudes from each of these separate scatterers are similar, then the resulting distribution is Rayleigh. If on the other hand, the reflections are dominated by one return either from a target embedded in the sea clutter, or from one sea wave reflection that is much stronger than the rest, the result is a Rice distribution. Using Bayes Decision Theory to select a threshold, a discrimination between the peaks of the curves of the two distributions can be made. Comparison will reveal that the discrimination of the threshold, which was negligible for single data points, steadily increases until 64 data points are used, at which point the two distributions have become sufficiently narrow to become almost completely separated. This implies that averaging 32 or 64 signal returns from a target with a radar cross section rather less than the variance of the sea clutter is sufficient to give a very high probability of detection. Conventional radar systems frequently use exponential averaging of the display signals. Simulation of exponential averaging using Rayleigh and Rice distribution indicates further improvement beyond four averages cannot be obtained. This suggests that the processing procedures frequently employed in analog radars are inefficient.

3. SYSTEM SPECIFICATION

The system specification was modified and expanded to specify what was found to be the most beneficial of various image processing methodologies including A/D conversion, scan conversion and display. The sensors specified are X and S band radars due to their individual merits. External input interfaces are required to process the radar data and transfer information efficiently. The system specification was upgraded to incorporate colour video imaging specifications and high-speed serial interface specifications. Basically, the imaging system will be a 512 x 512 dot resolution, 4-bit plane colour graphics board with up to 16 colours in NTSC standard.

A high-speed serial interface with a maximum input data rate of 20 MHz and a protocol to accept digitized video and load it directly into the video memory will be included. The radar video will be digitized to a resolution of 8 bits, giving 256 levels of signal intensity.

4. ICEBERG DETECTION RESEARCH AND OFFSHORE DEVELOPMENT PLANS

With proper planning and sufficient priority given to the problem, improved systems for the detection of ice and icebergs can be made available to meet the requirements of offshore transportation systems and oil exploration and production facilities that will be put in place in the 1988-1992 time frame. The delays faced by offshore operators in putting their facilities and vessels in place have permitted an orderly development of new technologies to meet the problems of offshore operations, in this case the detection of ice and icebergs. Although the Arctic Pilot Project using LNG tankers has been delayed, Gulf Canada Resources, Panartic Oils, Mobil Oil Canada and Petro-Canada are all eager to remove oil from offshore areas. Panarctic has already made an attempt at this. By 1990, Mobil Oil Canada intends to install facilities at Hibernia, a location that at times is iceberg infested. These facilities will require excellent iceberg management capability for use by a number of vessels. Other companies will soon follow.

Research, therefore, must continue. Today a number of research groups are active. McMaster University continues in its image processing and coherent radar development. Battelle Columbus Laboratories, funded by a number of Canadian oil companies, C-Core and Memorial University are all involved with HF radar research and development. This is a promising sensor that must be incorporated into an IHD/CAS if the system is to be significantly superior to currently available marine radar systems. McGill University and Viatec Resource Systems are continuing their work with radar display and processing as well as with the acquisition of improved marine radar iceberg data sets.

All of these activities must continue if Canada is to remain the leader in IHD/CAS development.

5. CONCLUSIONS

Scan to scan averaging, dynamic threshold processing and statistical processing have been shown to improve the radar detectability of icebergs and hence should be included as possible processing techniques for an IHD/CAS. The Remotec radar data set, long considered of marginal value by many, has been shown to be very worthwhile as an input to demonstrate these techniques.

Efforts should continue to identify and test new processing techniques, as well as hardware and software that will enable these techniques to be implemented in real time in order that they have operational utility. In addition, the IHD/CAS specification should be incorporated into other specifications for different ice and iceberg management systems as well as traffic management systems, so that its utility may be optimized.

Transports Canada
Développement

Transport Canada
Development

TP 6068

Analyse, conversion et numérisation radar d'un système de détection et d'évitement des glaces flottantes

Rapport sommaire

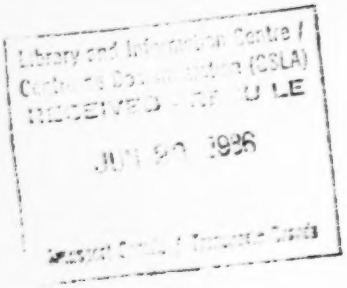
Préparé pour le
Centre de développement
des transports
Transports Canada

par
Viatec Resource Systems Inc.

DÉCEMBRE 1984

Canada

CA1
DTC847
84
R12S
(EXF)
C.2
(MM)



TP 6068

ANALYSE, CONVERSION ET NUMÉRISATION RADAR D'UN SYSTÈME DE DÉTECTION ET D'ÉVITEMENT DES GLACES FLOTTANTES

RAPPORT SOMMAIRE

Préparé par

Michael J. Harvey
Joseph P. Ryan
Dean C. White

de

Viatec Resource Systems Inc.

Décembre 1984

Les opinions et les vues exprimées dans ce rapport sont celles des auteurs et ne reflètent pas nécessairement celles du Centre de développement des transports, Transports Canada.

Also available in English under the title: "Radar Digitization, Conversion and Analysis of an Ice Hazard Detection/Collision Avoidance System", TP 6068E.

ÉQUIPE DE RECHERCHE

L'équipe de recherche de Viatec Resource Systems Inc. comprenait les personnes suivantes:

M.J. Harvey
J. Ryan
A. Godziszewski
G. Austin
E. Ballantyne
M. Riley

FORMULE DE DOCUMENTATION POUR RAPPORT

1. N° du rapport Transports Canada	2. N° de l'étude — CDT	3. N° de catalogue du destinataire
TP 6068	6104	

4. Titre et sous-titre	5. Date du rapport
Analyse, conversion et numérisation radar d'un système de détection et d'évitement des glaces flottantes	Décembre 1984
	6. N° du rapport de l'organisme exécutant

7. Auteur(s)	8. N° de dossier Transports Canada
M.J. Harvey, J.P. Ryan	D 1460-146-6

9. Nom et adresse de l'organisme exécutant	10. N° de dossier — ASC
Viatec Resource Systems Inc. #114, 6815 - 8th Street N.E. Calgary, Alberta T2E 7H7	11SD-T8200-3-3557
	11. N° de contrat — ASC ou Transports Canada OSD83-00161

12. Nom et adresse de l'organisme parrain	13. Genre de rapport et période visée
Centre de développement des transports (CDT) Complexe Guy-Favreau, 200 o., boul. Dorchester Suite 601, tour ouest Montréal, Québec H2Z 1X4	Sommaire
	14. Code de l'organisme parrain

15. Remarques additionnelles	16. Agent de projet — CDT
Sommaire de "Radar Digitization, Conversion and Analysis of an Ice Hazard Detection/Collision Avoidance System", TP 6067E, décembre 1984.	Maurice Audette

17. Résumé

L'analyse d'un ensemble de données radar recueillies dans les eaux arctiques en 1981 a révélé qu'un certain nombre de techniques de traitement de données numériques peuvent servir à améliorer la détectabilité des icebergs. Ces techniques comprennent la moyenne d'un balayage à l'autre, le traitement de valeurs seuils dynamiques et la prise de décisions à partir de données statistiques; cette dernière technique est une forme élémentaire d'intelligence artificielle appliquée à la détection d'icebergs. La moyenne d'un balayage à l'autre devrait comprendre au moins 4, mais préférablement jusqu'à 32 balayages. Les fonctions de résolution pour prise de décisions théoriques ont été établies pour mesurer la capacité de détection des cibles. L'analyse des données laisse croire que le même genre de conclusions basées sur l'analyse théorique existe dans la pratique. Par conséquent, il est clair que l'analyse de l'intelligence artificielle du type présenté ici peut améliorer considérablement l'intelligibilité de l'image et la capacité de détection. Il faut effectuer la conversion A/N en temps réel, la conversion de balayage et le traitement requis pour couvrir un secteur de 360° à une fréquence d'échantillonnage de 20 MHz et une résolution de 8 bits pour que les systèmes de détection et d'évitement des glaces flottantes deviennent efficaces. Les spécifications relatives à ces systèmes ont été mises à jour en vue d'inclure les nouvelles exigences.

18. Mots-clés	19. Diffusion
Iceberg, détection, radar, évaluation, spécification, analyse, glace, danger, traitement d'image, traitement de signaux.	Le CDT dispose d'un nombre limité d'exemplaires.

20. Classification de sécurité (de ce rapport)	21. Classification de sécurité (de cette page)	22. Nombre de pages	23. Prix
non classifié	non classifiée	18	-

REPORT DOCUMENTATION FORM

1. Transport Canada Report No.	2. TDC Project No.	3. Recipient's Catalogue No.
TP 6068	6104	

4. Title and Subtitle	5. Report Date
Analyse, conversion et numérisation radar d'un système de détection et d'évitement des glaces flottantes	December 1984
	6. Performing Organization Report No.
7. Author(s)	8. Transport Canada File No.
M.J. Harvey, J.P. Ryan	D 1460-146-6
9. Performing Organization Name and Address	10. DSS File No.
Viatec Resource Systems Inc. #114, 6815 - 8th Street N.E. Calgary, Alberta T2E 7H7	11SD-T8200-3-3557
	11. DSS or Transport Canada Contract No.
	0SD83-00161
12. Sponsoring Agency Name and Address	13. Type of Report and Period Covered
Transportation Development Centre (TDC) 200 Dorchester Blvd. West Suite 601, West Tower Montreal, Quebec H2Z 1X4	Summary
	14. Sponsoring Agency Code
15. Supplementary Notes Summary of "Radar Digitization, Conversion and Analysis of an Ice Hazard Detection/Collision Avoidance System", TP 6067E, December 1984.	16. TDC Project Officer Maurice Audette

17. Abstract

Analysis of a radar data set collected in Arctic waters in 1981 has revealed that a number of digital radar processing techniques can be utilized to improve the detectability of icebergs. These include scan to scan averaging, dynamic threshold processing and statistical decision-making, a basic form of artificial intelligence applied in an iceberg detection situation. Scan to scan averaging should utilize at least 4 and up to 32 scans. The use of theoretical decision discriminant functions has been established to measure skill in target detection. The data analysis suggests that the same sort of conclusions based on theoretical analysis operates in practice. Therefore, analysis of the type presented can dramatically improve image intelligibility and target detection capability. Real time A/D conversion, scan conversion and processing for complete 360° sector at 20 MHz sampling rates with 8 bit resolution need to be conducted if Ice Hazard Detection/Collision Avoidance Systems (IHD/CAS) are to become successful. The IHD/CAS specification has been updated to incorporate these requirements.

18. Key Words	19. Distribution Statement
Iceberg, detection, radar, evaluation, specification, analysis, ice, hazard, image processing, signal processing.	Limited number of copies available from TDC.

20. Security Classification (of this report)	21. Security Classification (of this page)	22. No. of Pages	23. Price
Unclassified	Unclassified	18	-

TDC/CDT 79-005

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient chaleureusement le personnel des organismes suivants pour leurs conseils et leur aide précieuse et tout particulièrement D. Pearson, Pétro-Canada et S. Haykin, Université McMaster.

TABLE DES MATIÈRES

1.	Introduction	1
2.	Traitement d'image	2
	2.1 Moyenne d'un balayage à l'autre	2
	2.2 Traitement des valeurs seuils dynamiques	4
	2.3 Traitement des données statistiques	4
3.	Spécifications du système	6
4.	Programmes de recherche en détection d'icebergs et de développement au large	7
5.	Conclusion	8

1. INTRODUCTION

Afin d'améliorer la détectabilité des glaces et des icebergs, le Centre de développement des transports a étudié un certain nombre d'approches en vue de résoudre ce difficile problème. Il s'agissait en l'occurrence d'améliorer la capacité des capteurs, de perfectionner les dispositifs d'affichage et de transmission des données et d'utiliser des affichages alimentés par plusieurs capteurs. Ce rapport porte essentiellement sur l'essai de nouvelles méthodes de traitement des affichages conçus pour la détection des icebergs et la poursuite de la mise au point des spécifications d'un certain nombre de capteurs intégrés appelés "Système de détection et d'évitement des glaces flottantes" (SD/ÉGF). Certaines des méthodes à l'étude comprenaient le traitement d'image avec des solutions logiciel en temps réel. De plus, l'équipe Viatec a révisé les travaux d'autres groupes de recherche et évalué la demande de développement du système SD/ÉGF.

2. TRAITEMENT D'IMAGE

À partir des données existantes prises par radar maritime, plusieurs techniques de traitement de bruit ont été testées à l'aide d'un ordinateur PDP 11/23+ et d'un convertisseur analogique/numérique pour accentuer les signaux affichés. Un certain nombre de solutions ont été évaluées, dont:

a) le calcul de la moyenne d'un balayage à l'autre;
b) le traitement des valeurs seuils dynamiques;
c) l'établissement de moyennes combiné à la prise de décisions statistique.

Toutes ces solutions ont été appliquées numériquement, ce qui offre beaucoup plus de souplesse que les solutions analogiques classiques plus anciennes comme le DÉL et le TFAC; toutefois, la durée de calcul a limité la quantité des données traitées.

2.1 Moyenne d'un balayage à l'autre

Le clutter de mer dépend des facteurs de propagation, du coefficient de rétrodiffusion et du pouvoir séparateur. Par conséquent, le rapport signal/bruit n'est pas influencé par les autres paramètres radar. Pour que la détection soit fiable, que les retours radar traités soient analogiques ou numériques, il faut que parmi le nombre d'impulsions qui frappent la cible, les retours de cible et de clutter de mer approchent suffisamment leur moyenne respective pour donner un rapport signal/bruit en fonction du clutter et du bruit.

Pour une série de n échantillons d'une cible avec clutter et bruit dans lesquels le retour de cible est en corrélation dans le temps, alors que le clutter et le bruit ne le sont pas, l'établissement d'une moyenne des n échantillons augmente le rapport cible/clutter d'au moins $\sqrt{n}$.

Diverses méthodes pour calculer la moyenne d'un balayage à l'autre ont été proposées afin de tirer profit de la décorrélation du clutter et du bruit en fonction du temps. Dans ce rapport, la moyenne d'un balayage à l'autre a été calculée comme suit:

$$S_n + 1 = \frac{(S_1) + (S_2) + ..(S_n) + (X_{n+1})}{n + 1}$$

où S_{n+1} = nouvel échantillon stocké dans la mémoire vidéo

$S_1..S_n$ = échantillons antérieurs rappelés de la mémoire

$n + 1$ = nouveau nombre de balayages

X_{n+1} = nouvel échantillon d'entrée provenant du capteur

Selon Skolnik[1], le signal de la cible est en corrélation (ne varie pas en fonction du temps) tandis que le signal de clutter ne l'est pas (varie en fonction du temps), et en se servant de cette distinction, on peut augmenter le rapport signal/clutter en intégrant les échantillons par rapport au temps. Les résultats obtenus avec le calcul de la moyenne d'un balayage à l'autre sont le plus facilement démontrable avec l'exemple ci-dessous établi d'après les données Remotec (événement AD-10). Le résultat obtenu à partir d'une moyenne de cinq balayages est frappant puisque l'on voit clairement apparaître cinq icebergs dans la moitié inférieure de la figure après le calcul de la moyenne. La partie supérieure de la figure montre les données brutes et aucune cible n'apparaît pour cet affichage.

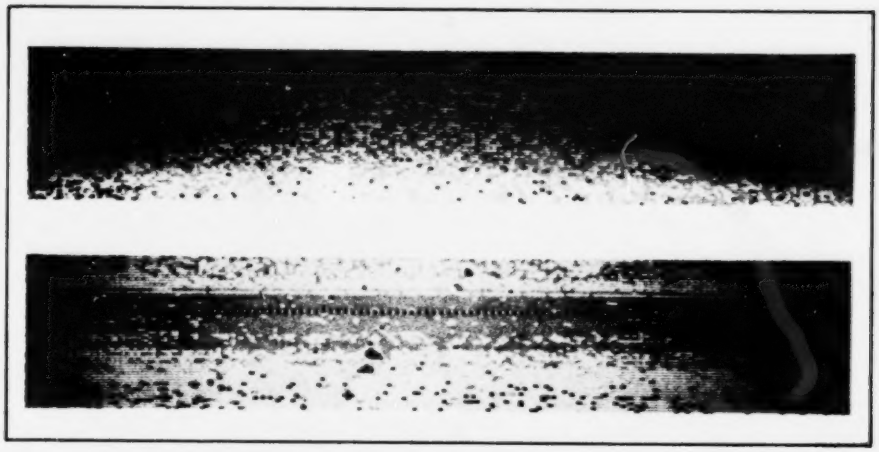


Figure 1

[1] M.I. Skolnik, Introduction to Radar Systems, McGraw Hill Inc., New York, 1980.

Les données précédentes ont été traitées par logiciel chez Viatec et illustrent les divers formats et opérations possibles. Certains des programmes de traitement utilisés ont été les suivants: VERIFY, M SCAN, J SCAN, B SCAN et SCANAV.

2.2 Traitement des valeurs seuils dynamiques

Dans le but d'améliorer la détection des cibles importantes, il est apparu utile de fixer un seuil; celui-ci devrait varier avec les niveaux de bruit. Afin d'éliminer les petites cibles noyées dans le bruit et d'éviter les erreurs possibles de détection, le traitement de valeurs seuils dynamiques des signaux sur affichage vidéo devrait être la dernière étape de la séquence de traitement. Cela signifie donc que les signaux de cible inférieurs au niveau de bruit efficace sont éliminés s'ils sont en-dessous du seuil. Le traitement de valeurs seuils permet également de filtrer les cibles d'icebergs inférieures à une certaine section transversale.

Cela pourrait constituer une fonction utile pour les navires qui naviguent dans les eaux encombrées d'icebergs et qui ne veulent pas tenir compte des plus petites cibles dans le but d'identifier des passages sûrs. Grâce au programme SNR, le traitement des valeurs seuils fait augmenter le rapport signal/bruit.

2.3 Traitement des données statistiques

Les retours radar des vagues océaniques sont généralement accompagnés de nombreuses réflexions qui viennent de divers points du système de vagues et qui s'additionnent de façon aléatoire. Si la distribution des amplitudes de chacun de ces diffuseurs est semblable, il en résulte alors une distribution de Rayleigh. Par contre, si les réflexions sont dominées par un retour de cible qui s'ajoute au clutter de mer ou à une réflexion de vague beaucoup plus forte que les autres, il en résulte une distribution de Rice. À l'aide de la théorie de décision de Bayes pour choisir un seuil, il est possible de faire une discrimination entre la crête des courbes des deux distributions. La comparaison révèle que la discrimination de seuil, qui était négligeable pour des données ponctuelles, augmente progressivement jusqu'au moment où il faut 64 points de données; alors, les deux distributions deviennent étroites à un point tel qu'elles sont presque complètement séparées. Cela signifie donc que l'établissement d'une moyenne de 32 ou 64 retours de signaux provenant d'une cible, et avec une surface effective de diffusion radar légèrement inférieure à la variance du clutter de mer, est suffisante pour donner une

probabilité très élevée de détection. Les radars classiques utilisent fréquemment le calcul exponentiel de moyennes des signaux d'affichage. La simulation de moyennes exponentielles à l'aide des distributions de Rayleigh et de Rice indique l'impossibilité d'améliorer le signal au-delà de 4 moyennes. Cela laisse donc croire à l'inefficacité des techniques de traitement utilisées fréquemment dans les radars analogiques.

3. SPÉCIFICATIONS DU SYSTÈME

Les spécifications du système ont été modifiées et augmentées pour inclure les plus pratiques des méthodes de traitement d'image, soit la conversion A/N, la conversion de balayage et l'affichage. Les capteurs utilisés fonctionnant dans les bandes radar X et S ont été choisis en raison de leurs qualités intrinsèques. Il faut des interfaces d'entrée externe pour traiter les données radar et assurer le transfert efficace de l'information. Les spécifications du système ont été améliorées pour inclure celles d'imagerie vidéo couleur et celles d'interface en série à grande vitesse. Fondamentalement, le système d'imagerie assure une résolution de 512 points et peut produire jusqu'à 16 couleurs dans le procédé NTSC.

Le système devrait également comprendre une interface en série à grande vitesse avec un débit maximal d'entrée de 20 MHz et un protocole pour accepter le vidéo numérisé de même qu'un moyen pour charger directement cette information dans la mémoire vidéo. Le vidéo radar doit être numérisé pour une résolution de 8 bits qui doit donner 256 niveaux d'intensité du signal.

4. PROGRAMMES DE RECHERCHE EN DÉTECTION D'ICEBERGS ET DE DÉVELOPPEMENT AU LARGE

Grâce à une planification appropriée et une importance suffisante accordée au problème, il est possible de produire des systèmes améliorés de détection des glaces et des icebergs pour répondre aux besoins des systèmes de transport au large et des installations de production et d'exploration pétrolifères lorsque ces dernières seront mises en exploitation entre 1988 et 1992. Les retards auxquels ont dû faire face les opérateurs offshore avant le déploiement de leurs installations et de leurs navires ont permis de procéder au développement systématique de nouvelles technologies pour faire face aux problèmes des opérations au large, en l'occurrence la détection des glaces et des icebergs. Même si le projet pilote de l'Arctique pour méthaniers a été retardé, les compagnies Ressources Gulf Canada Inc., Panarctic Oil, Mobil Oil Canada et Pétro-Canada sont impatientes de commencer l'exploitation au large. D'ailleurs, la Panarctic a déjà procédé à une première tentative d'installation. Vers 1990, Mobil Oil Canada prévoit de mettre en place ses installations à Hibernia, endroit parfois encombré d'icebergs. Ces installations devront être équipées d'une excellente capacité de gestion d'icebergs pour servir à un bon nombre de navires. D'autres compagnies suivront bientôt cet exemple.

Il faut, par conséquent, poursuivre la recherche, et divers groupes y travaillent activement. L'université McMaster poursuit ses travaux sur le traitement d'image et le développement d'un radar cohérent. Batelle Columbus Laboratories, créé par quelques compagnies canadiennes de pétrole, le C-Core et l'université Memorial sont tous engagés dans la recherche et le développement radar HF. Il s'agit d'un capteur prometteur qui devrait être incorporé au SD/ÉGF si on veut que le système soit nettement supérieur aux radars maritimes actuels. L'université McGill et Viatec Resource Systems poursuivent leurs travaux dans le traitement et l'affichage radar de même que dans l'acquisition d'ensembles de données améliorées sur les icebergs détectés par radar maritime.

Toutes ces activités doivent se poursuivre si le Canada veut demeurer le chef de file dans le développement du SD/ÉGF.

5. CONCLUSION

La moyenne d'un balayage à l'autre, le traitement des valeurs seuils dynamiques et le traitement statistique ont permis d'améliorer la détectabilité des icebergs. Ces solutions devraient, par conséquent, être incluses comme technique de traitement possible dans le SD/ÉGF. L'ensemble de données radar Remotec qui a été longtemps considéré comme ayant une valeur toute relative s'est avéré très utile comme moyen pour démontrer ces techniques.

Il faut poursuivre les efforts en vue d'identifier et de faire l'essai des nouvelles solutions de traitement, qu'il s'agisse du matériel ou du logiciel, afin qu'elles puissent être utilisées en temps réel et avoir une utilité opérationnelle. De plus, les spécifications du SD/ÉGF doivent être incluses dans d'autres spécifications pour différents types de systèmes de gestion des glaces et des icebergs, ainsi que dans les systèmes de gestion du trafic, afin d'optimiser l'utilité du système.